

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-75645
(P2002-75645A)

(43)公開日 平成14年3月15日(2002.3.15)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	B 3 K 0 0 7
C 0 9 K 11/06	6 4 5	C 0 9 K 11/06	6 4 5
	6 9 0		6 9 0
H 0 5 B 33/22		H 0 5 B 33/22	B

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願2000-258356(P2000-258356)

(22)出願日 平成12年8月29日(2000.8.29)

(71)出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷398番地

(72)発明者 西 毅

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(72)発明者 瀬尾 哲史

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(72)発明者 水上 真由美

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光装置

(57)【要約】

【課題】 明るく低消費電力で耐久性に優れた発光装置、および電気器具を提供する。

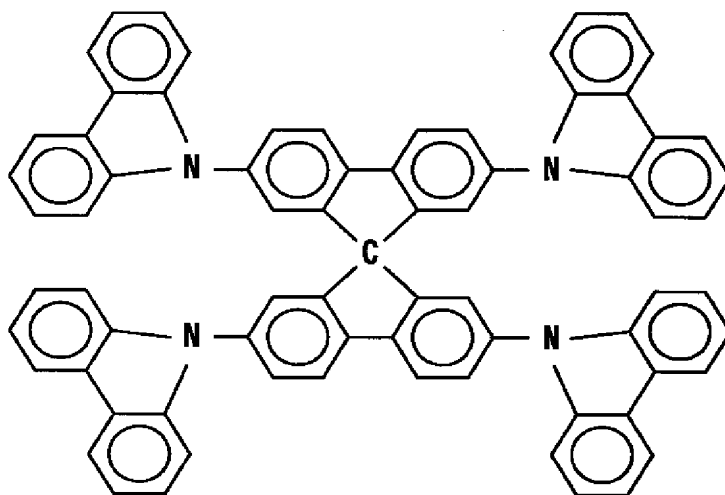
【解決手段】 三重項励起エネルギーを発光に変換することによって高い発光効率を得られる有機EL素子において、従来用いられている材料よりも耐熱性が高いスピロ化合物や、分子の安定性が高い有機化合物を適用することにより、明るく低消費電力である上に、耐久性にも優れた有機EL素子を得られる。この有機EL素子を用いて、発光装置および電気器具を作製する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】有機EL素子を含む発光装置において、前記有機EL素子は三重項励起エネルギーを発光に変換できる

有機化合物を発光材料とし、前記発光材料のホスト材料として

【化1】

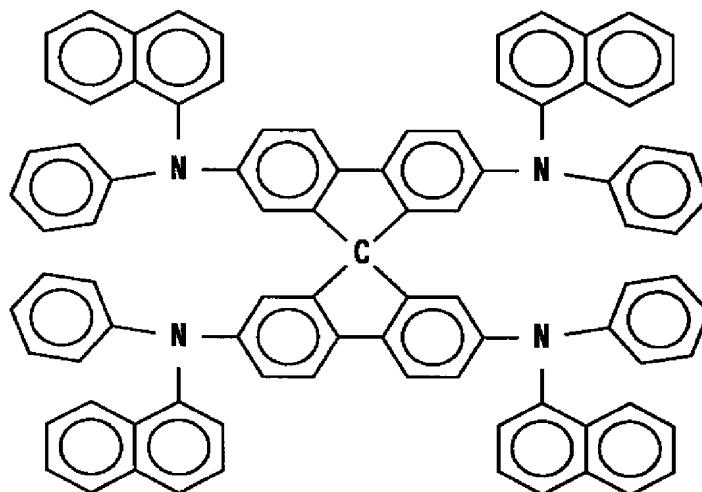


で表される有機化合物を用いることを特徴とする発光装置。

【請求項2】少なくとも正孔輸送層と発光層とを有する有機EL素子を含む発光装置において、前記発光層は三重

項励起エネルギーを発光に変換できる有機化合物を含み、かつ前記正孔輸送層が

【化2】

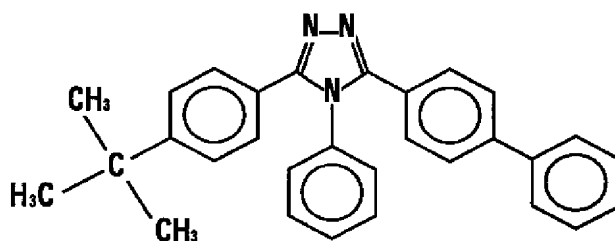


で表される有機化合物からなることを特徴とする発光装置。

【請求項3】少なくとも発光層と前記発光層に隣接して設けられた正孔ブロック層とを有する有機EL素子を含む

発光装置において、前記発光層は三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機化合物を含み、かつ前記正孔ブロック層が

【化3】

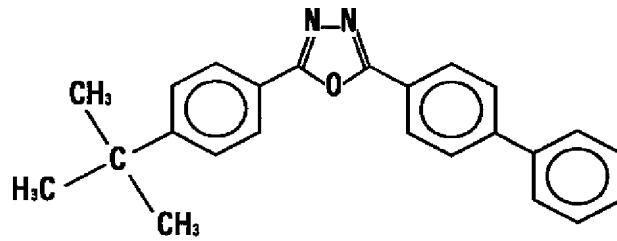


で表される有機化合物からなることを特徴とする発光装置。

【請求項4】少なくとも発光層と前記発光層に隣接して設けられた正孔ブロック層とを有する有機EL素子を含む

発光装置において、前記発光層は三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機化合物を含み、かつ前記正孔ブ

ロック層が
【化4】

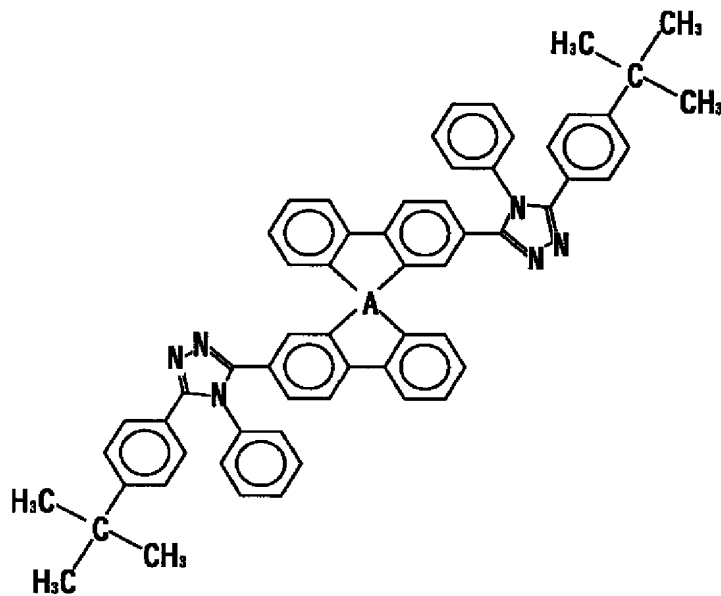


で表される有機化合物からなることを特徴とする発光装置。

【請求項5】少なくとも発光層と前記発光層に隣接して設けられた正孔ブロック層とを有する有機EL素子を含む

発光装置において、前記発光層は三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機化合物を含み、かつ前記正孔ブ

ロック層が
【化5】

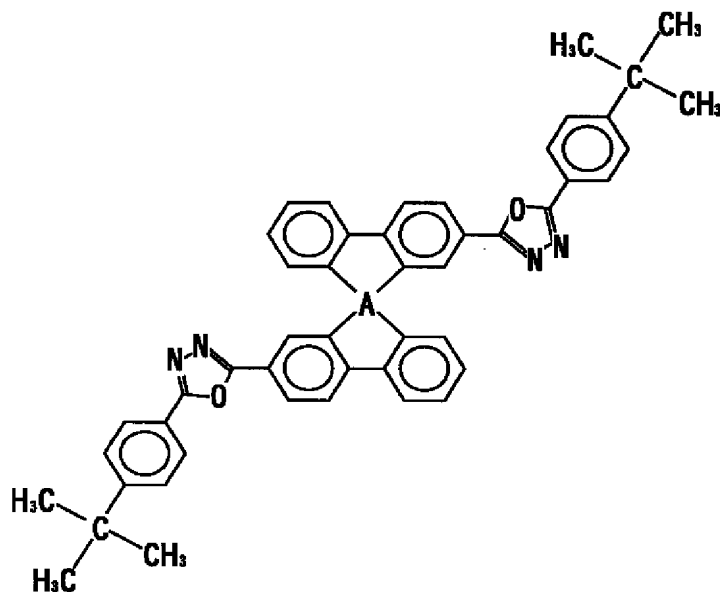


で表される有機化合物からなることを特徴とする発光装置。ただし、Alは炭素またはケイ素を表す。

【請求項6】少なくとも発光層と前記発光層に隣接して設けられた正孔ブロック層とを有する有機EL素子を含む

発光装置において、前記発光層は三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機化合物を含み、かつ前記正孔ブ

ロック層が
【化6】



で表される有機化合物からなることを特徴とする発光装置。ただし、Aは炭素またはケイ素を表す。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板層と、陽極層と、陰極層と、前記陽極層および前記陰極層の間に設けられたエレクトロルミネッセンス (Electro Luminescence: 以下、「EL」と記す) が得られる有機化合物からなる薄膜層 (以下、「有機EL膜」と記す) とを有する素子 (以下、「有機EL素子」と記す) を含む発光装置に関する。特に、三重項励起状態から基底状態に戻る際のエネルギー (以下、「三重項励起エネルギー」と記す) を発光に変換できる有機EL素子において、耐熱性や分子の安定性が高い有機化合物を有機EL膜に導入したことを特徴とする有機EL素子を含む発光装置に関する。なお、本明細書中における発光装置とは、発光素子として有機EL素子を用いた画像表示デバイスもしくは発光デバイスを指す。また、有機EL素子にTAB (Tape Automated Bonding) テープもしくはTCP (Tape Carrier Package) が取り付けられたモジュール、TABテープやTCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または有機EL素子にCOG (Chip On Glass) 方式によりIC (集積回路) が直接実装されたモジュールも全て発光装置に含むものとする。

【0002】

【従来の技術】有機EL素子は電場を加えることにより発光する素子であり、軽量・直流低電圧駆動・高速応答性などの特性から、次世代のフラットパネルディスプレイ素子として注目されている。また、自発光型であり視野角が広いことから、携帯機器の表示画面として有効と考えられている。

【0003】有機EL素子の発光機構であるが、まず、陰極から注入された電子と陽極から注入された正孔がホッピング機構により対極へ移動する。ホッピング機構を化

学的に言い換えると、隣接分子間で電子が授受されている (酸化・還元されている) と表現してもよい。この正孔と電子は有機EL膜内で再結合して励起子を形成し、その励起子が基底状態に戻るときにエネルギーを放出して発光する。キャリアの再結合効率を高めるために、有機EL膜の構造としては、キャリア輸送層、キャリアブロック層、発光層などを積層させ、機能分離させる手法がとられている。

【0004】ここで、キャリアの再結合によって生じた励起子に関しては、励起状態として一重項状態 (S^*) と三重項状態 (T^*) が可能であり、その統計的な生成比率は $S^*:T^*=1:3$ であると考えられている (文献1: 筒井哲夫、「応用物理学学会有機分子・バイオエレクトロニクス分科会・第3回講習会テキスト」、P.31 (1993))。

【0005】しかしながら、一般的有機化合物は室温において、三重項励起状態 (T^*) からの発光 (リン光) は観測されない。このことは有機EL素子においても同様であり、通常は一重項励起状態 (S^*) からの発光 (蛍光) のみが観測されることになる。したがって、有機EL素子における内部量子効率 (注入したキャリアに対して発生する光子の割合) の理論的限界は、 $S^*:T^*=1:3$ であることを根拠に25%とされていた。

【0006】また、発生した光は全て有機EL素子の外部に放出されるわけではなく、一部の光は有機EL素子構成物質 (有機EL膜、電極、および基板) 固有の屈折率が原因で取り出すことができない。発生した光のうち有機EL素子の外部に取り出される率は光の取り出し効率と呼ばれるが、その取り出し効率は約20%程度と言われている。

【0007】以上の理由から、注入したキャリアが全て励起子を形成したとしても、その注入キャリア数に対して最終的に有機EL素子外部に取り出せる光子の割合 (以下、「外部量子効率」と記す) の理論的限界は、25

%×20%=5%と言われていた。すなわち、全てのキャリアが再結合したとしても、そのうちの5%しか光として取り出せない計算になる。

【0008】ところが近年、三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機化合物を用いた有機EL素子が相次いで発表され、その発光効率の高さが注目されている(文献2: D. F. O'Brien, M. A. Baldo, M. E. Thompson and S. R. Forrest, "Improved energy transfer in electrophosphorescent devices", Applied Physics Letters, vol. 74, No. 3, 442-444 (1999)) (文献3: M. A. Baldo, S. Lamansky, P. E. Burrows, M. E. Thompson, S. R. Forrest, "Very high-efficiency green organic light-emitting devices based on electrophosphorescence", Applied Physics Letters, vol. 75, No. 1, 4-6 (1999))。

【0009】文献2では白金を中心金属とする金属錯体(以下、「白金錯体」と記す)を、文献3ではイリジウムを中心金属とする金属錯体(以下、「イリジウム錯体」と記す)を用いていることが特徴であると言える。その中には、先に述べた外部量子効率の理論的限界値5%をゆうに越えるものも存在する。

【0010】また、イリジウム錯体からなる層と公知の蛍光色素であるDCM2からなる層とを交互に積層することにより、イリジウム錯体で生成した三重項励起エネルギーをDCM2に移動させ、DCM2の発光に寄与させることもできる(文献4: M. A. Baldo, M. E. Thompson and S. R. Forrest, "High-efficiency fluorescent organic light-emitting devices using a phosphorescent sensitizer", Nature (London), Vol. 403, 750-753 (2000))。DCM2の発光は一重項励起状態からの発光(蛍光)であるが、効率よく発生するイリジウム錯体の三重項励起エネルギーを他の分子であるDCM2の一重項励起エネルギーへと利用できる利点がある。

【0011】文献2～文献4に示されるとおり、三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機EL素子は、従来よりも高い外部量子効率を達成できる。そして、外部量子効率が高くなれば発光輝度も向上する。したがって、三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機EL素子は、高輝度発光・高発光効率を達成するための手法として、今後の開発において大きなウェートを占めるものと考えられる。

【0012】しかしながら、文献2～文献4で示される有機EL素子は素子寿命に問題があり、輝度の半減期が実用に耐えうるレベルに達していない。文献2の素子構造に陰極バッファ層としてLi₂Oを挿入し、さらに発光効

率を向上させた素子の報告例(下記の文献5)によると、初期輝度を500cd/m²に設定した場合の輝度の半減期は、170時間程度である。(文献5: Tetsuo Tsutsui, Moon-Jae Yang, Masayuki Yahiro, Kenji Nakamura, Teruichi Watanabe, Taishi Tsuji, Yoshinori Fukuda, Takeo Wakimoto and Satoshi Miyaguchi, "High Quantum Efficiency in Organic Light-Emitting Devices with Iridium-Complex as a Triplet Emissive Center", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 38, L1502-L1504 (1999))

【0013】たとえ高輝度を達成しても、実用に至るためには素子寿命が極めて重要な課題となる。したがって、現在の素子構造における輝度の経時劣化要因を改善する必要がある。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明では、三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機EL素子において、輝度の経時劣化を抑え、素子寿命を長くすることを課題とする。またそれにより、発光効率が高く、なおかつ従来に比べて耐久性の高い有機EL素子を提供することを課題とする。

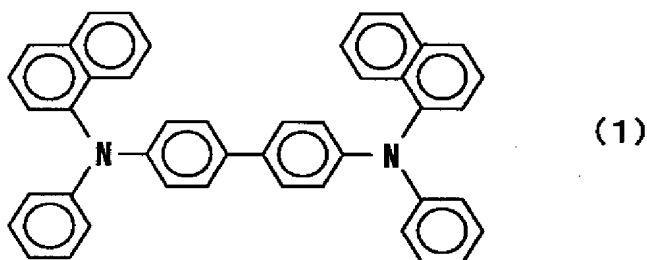
【0015】また、本発明が開示する有機EL素子を用いて、明るく消費電力が少ない上に、耐久性にも優れた発光装置を提供することを課題とする。さらに、そのような発光装置を用いることで、明るく消費電力が少ない上に、耐用年数の長い電気器具を提供することを課題とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】ここで、文献3で用いられている素子構造を図1(a)に、そのエネルギーバンド・ダイアグラムを図1(b)に示す。正孔輸送層0102として下記化学式(1)で表される α -NPDを、発光層0103においては発光材料であるイリジウム錯体(Ir(ppy)₃)に対するホスト材料として下記化学式(2)で表されるCBPを、正孔ブロック層0104として下記化学式(3)で表されるBCPを、電子輸送層0105としては下記化学式(4)で表されるAlq₃を用いている。基板0100はガラス、陽極0101はITO、陰極0106はMgAgである。なお、図1(b)からわかるように、正孔ブロック層とは発光層よりもHOMO準位が低い材料を用いた層であり、発光層に隣接して設けることにより、正孔を発光層に閉じこめて効率よくキャリアを再結合させる機能を持つ層のことを指す。

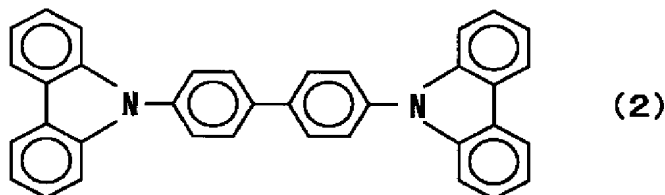
【0017】

【化7】



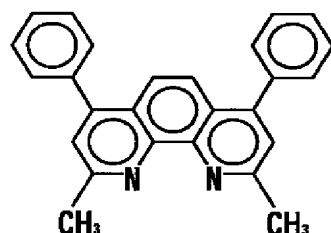
【0018】

【化8】



【0019】

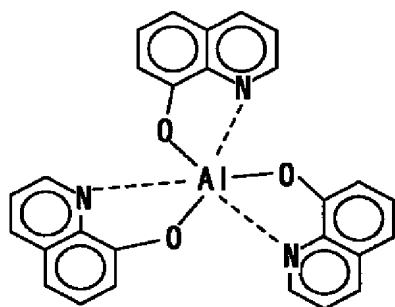
【化9】



(3)

【0020】

【化10】



(4)

【0021】上で述べた4つの材料は文献2～文献4のいずれにも用いられている材料であり、これらの材料を用いた図1(a)の素子構造は、三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機EL素子において、標準として用いられている。

【0022】これらの材料が用いられている理由は、白金錯体やイリジウム錯体の発光性能を最大限に引き出すため、電気的特性が最適なものを選択しているからである。すなわち、 α -NPDは優れた正孔輸送性が、 Alq_3 は優れた電子輸送性があるため用いられている。また、CBPは白金錯体またはイリジウム錯体を励起するために、より大きな励起エネルギーを有する発光層ホスト材料としての能力があるため用いられている。さらに、BCPは発光層ホスト材料であるCBPよりもさらに低いHOMO準位

を有することから優れた正孔ブロック性を示し、隣接する発光層（例えば図1では0103）におけるキャリアの再結合を効率よく発生させることができるため用いられている。

【0023】しかしながら、有機EL膜構成材料として耐久性に優れているのは、電子輸送層の Alq_3 だけであると言ってもよい。正孔輸送層である α -NPDはガラス転移温度（以下、「 T_g 」と記す）が 100°C を切っているために耐熱性が低く、有機EL素子内で発生するジュール熱によって容易に膜の状態が変化してしまうため、素子劣化に大きな影響を与える。したがって、逆に T_g の改善によって素子劣化を抑制できると考えられる。発光層のホスト材料であるCBPに関しても、より高い T_g を持たせた方が望ましい。

【0024】また、正孔ブロック層であるBCPに関しては、 T_g の問題も存在するが、分子そのものの安定性の方により大きな問題がある。すなわち、電子の授受（化学的には酸化・還元）の繰り返しの十分に耐えうるだけの安定性がなく、素子劣化に多大な影響を及ぼす。したがって、正孔をブロックできる電気的特性（すなわち発光層ホスト材料よりも低いHOMO準位）を持ち、なおかつ分子の安定性も高い代替材料への変遷が必要である。その場合も、より高い T_g を有することが望ましい。

【0025】以上のことから、正孔輸送層である α -NPD、発光層ホスト材料であるCBP、正孔ブロック層であるBCPに替わり、 T_g が高く、なおかつ酸化・還元に対する分子の安定性が高い材料を用いることで、前記課題を解決することができると考えられる。ただし上でも述べたように、 α -NPD、CBP、BCPの電気的特性は優れているので、その優れた電気的特性を大きく損なわないことが必須条件である。

【0026】そこで本発明者は、まずスピロ化合物に着目した。スピロ化合物とは、4面体構造の原子（スピロ原子）1個を2つの環が共有するような有機化合物の総称であり、スピロ原子としては炭素やケイ素などが知ら

れている。特に本明細書では、スピロ化合物の中でも、炭素またはケイ素をスピロ原子として、ビフェニレン基をスピロ原子と結合させて2量体化した十字型スピロ2量体（以下、単に「スピロ2量体」と記す）に注目した。

【0027】スピロ2量体の大きな特徴としては、 T_g の上昇が挙げられる。したがって、本発明の狙いに最適な化合物と言える。なお、 T_g 上昇の主な原因は、2量体化による分子量の増大と、スピロ環形成によるビフェニレン基の回転抑制であると言われている。

【0028】また、もう一つの大きな特徴としては、炭素をスピロ原子とした場合では、スピロ2量体の電気的特性（HOMO-LUMO準位、キャリア移動度など）が単量体のそれとほぼ変わらないことが挙げられる。このことも、本発明には好適と言える。

【0029】以上のことから、正孔輸送層である α -NPDや発光層ホスト材料であるCBPの代替材料に関しては、炭素原子をスピロ原子として2量体化した材料を用いれば、電気的特性を損なわずに T_g を高めることができ、素子寿命を長くすることができる。

【0030】そこで本発明では、炭素原子をスピロ原子として作製したCBPのスピロ2量体を、三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機化合物のホスト材料として有機EL素子に用いることを特徴とする。

【0031】また、炭素原子をスピロ原子として作製した α -NPDのスピロ2量体からなる正孔輸送層を、三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機EL素子に用いることを特徴とする。

【0032】次に、正孔ブロック層であるBCP（分子の安定性が低い）であるが、単にスピロ2量体化したとしても分子の安定性の改善にはならない。したがってBCPに関しては、2量体化するのではなく、同様な正孔ブ

ック性を有する上に分子の安定性も高い別の材料に変えることが最適である。この場合、キャリアの輸送性などの特性は変化してしまうが、正孔をブロックすることができれば層の役割を果たすことができる。

【0033】そこで本発明では、三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機EL素子において、BCPの代替材料として公知の材料であるTAZもしくはPBDを用いることを特徴とする。

【0034】また、TAZもしくはPBDに関しても、 T_g 上昇させるためにスピロ2量体化の方が好ましい。本発明では、TAZのスピロ2量体あるいはPBDのスピロ2量体を、三重項励起エネルギーを発光に変換できる有機EL素子に用いることを特徴とする。

【0035】なお、ケイ素をスピロ原子としたスピロ化合物は、イオン化ポテンシャルが大きくなる（HOMO準位が低くなる）傾向にあるので、電気的特性は確かに変化するものの、正孔ブロック層として用いる場合にはむしろ好適となる。したがって、TAZのスピロ2量体やPBDのスピロ2量体に関しては、スピロ原子としてケイ素を用いてもよい。

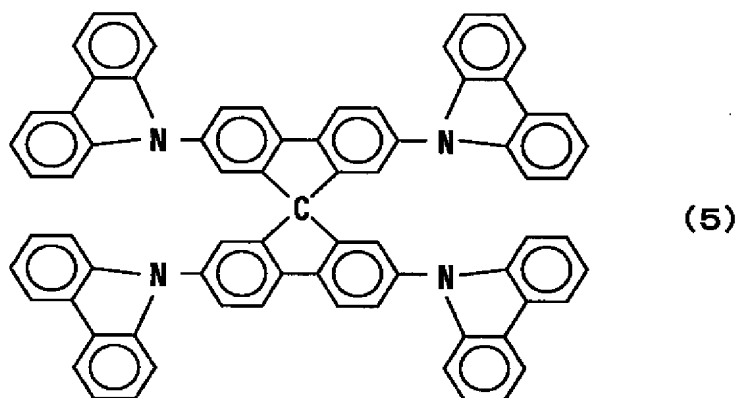
【0036】

【発明の実施の形態】三重項励起エネルギーを発光に変換できる発光材料を含む有機EL素子において、以下に述べるような材料を適所に用いることにより、素子寿命を改善することができる。

【0037】まず、発光材料のホスト材料であるCBPの代替材料としては、下記化学式（5）で表されるCBPのスピロ2量体（以下、「spiro-CBP」と記す）を用いればよい。

【0038】

【化11】

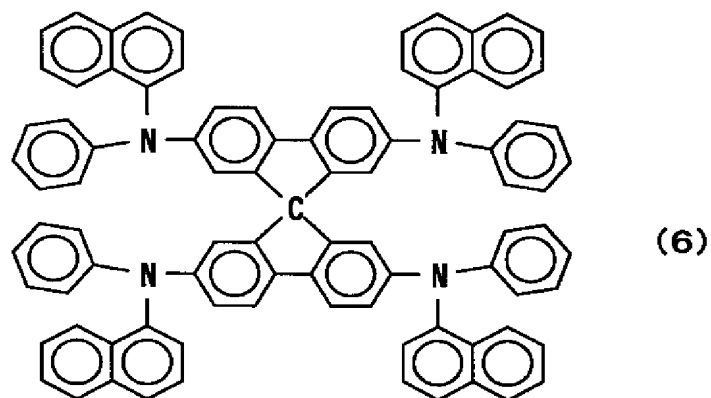


【0039】また、正孔輸送層である α -NPDの代替材料としては、下記化学式（6）で表される α -NPDのスピロ2量体（以下、「spiro-1-NPB」と記す）を用いれ

ばよい。

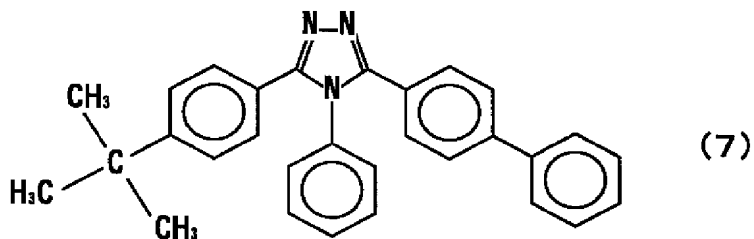
【0040】

【化12】



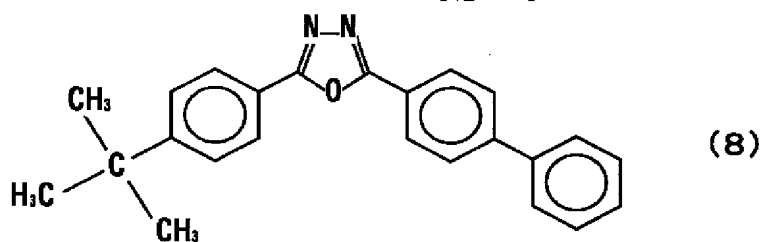
【0041】次に、正孔ブロック層であるBCPの代替材料としては、下記化学式(7)で表されるTAZ、または下記化学式(8)で表されるPBDを用いばよい。

【0042】
【化13】



【0043】

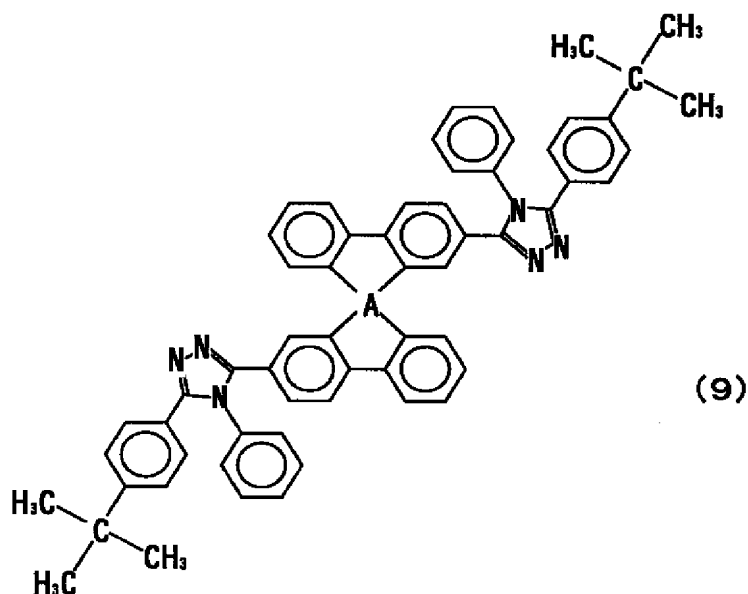
【化14】



【0044】さらに、正孔ブロック層であるBCPの代替材料として、下記化学式(9)で表されるTAZのスピロ2量体(以下、「spiro-TAZ」と記す)、または下記化学式(10)で表されるPBDのスピロ2量体(以下、「spiro-PBD」と記す)を用いてもよい。なお、化学式

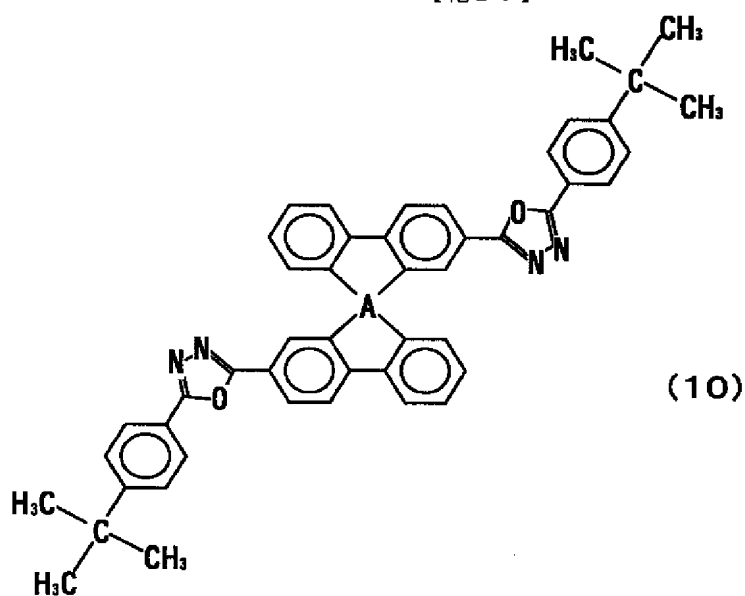
(9)および化学式(10)における文字Alは、炭素またはケイ素を表す。

【0045】
【化15】



【0046】

【化16】



【0047】

【実施例】〔実施例1〕本実施例では、発明の実施の形態において示した材料を適用し、さらに三重項励起エネルギーを発光に変換できる発光材料としてはイリジウム錯体を用いた有機EL素子の作製について、具体的に例示する。素子構造は図1(a)と同様であり、本実施例では図1(a)の符号を引用する。

【0048】まず、基板0100（ここではガラスを用いる）上に、陽極0101としてインジウム錫酸化物（ITO）をスパッタリングにより成膜する。次に、正孔輸送層0102として、spiro-1-NPBを、真空蒸着により400Åの厚みで成膜する。

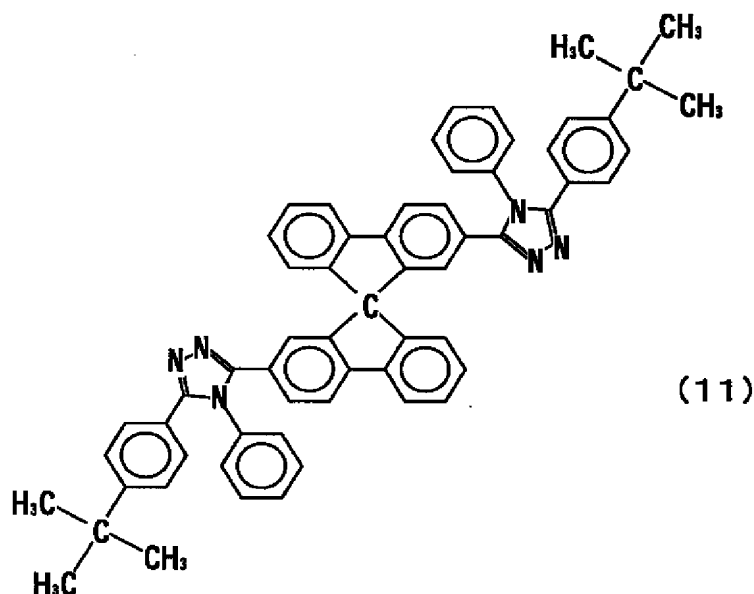
【0049】さらに発光層0103としては、ホスト材料となるspiro-CBPと、三重項励起エネルギーを発光に変換

できる公知の発光材料Ir(ppy)₃を、それぞれ別々の蒸着源から共蒸着により成膜する。この時、発光層0103におけるIr(ppy)₃の重量パーセントは、5wt%～10wt%が最適である。発光層0103の厚みは200Åとする。

【0050】発光層0103を積層後、正孔ブロック層0104として、spiro-TAZにおいてスピロ原子Aを炭素とした下記化学式（11）で表される材料を、60Åの厚みで成膜する。正孔ブロック層0104に用いる材料は、Spiro-TAZの代わりにTAZ、PBD、spiro-PBDを用いてもよいが、T_gの高さを考えるとspiro-TAZもしくはspiro-PBDの方が好ましい。

【0051】

【化17】



(11)

【0052】さらに、電子輸送層0105として Alq_3 を200 Åの厚みで成膜する。最後に、 MgAg 合金（モル比で $\text{Mg}:\text{Ag}=25:1$ ）を1000 Å、その上に Ag を500 Åの厚みで積層し、陰極0106とする。陰極0106としては他に、アルカリ金属元素もしくはアルカリ土類金属元素を含む導電膜、あるいはその導電膜にアルミニウム合金を積層したものをを用いてもよい。

【0053】〔実施例2〕本実施例では、発明の実施の形態において示した材料を適用し、さらに三重項励起エネルギーを発光に変換できる材料としては白金錯体を用いた有機EL素子の作製について、具体的に例示する。素子構造は図1(a)と同様であり、本実施例では図1(a)の符号を引用する。

【0054】まず、基板0100（ここではガラスを用いる）上に、陽極0101としてインジウム錫酸化物（ITO）をスパッタリングにより成膜する。次に、正孔輸送層0102として、 spiro-1-NPB を、真空蒸着により450 Åの厚み

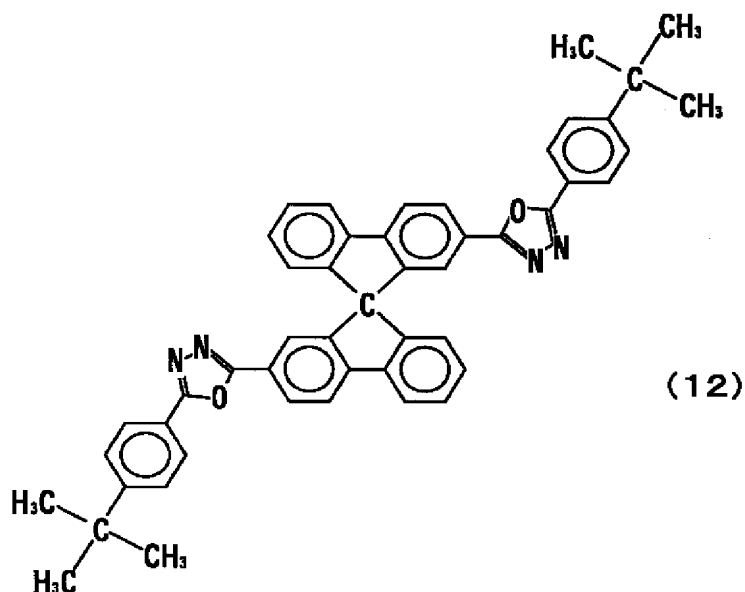
で成膜する。

【0055】さらに発光層0103としては、ホスト材料となる spiro-CBP と、三重項励起エネルギーを発光に変換できる公知の発光材料 PtOEP を、それぞれ別々の蒸着源から共蒸着により成膜する。この時、発光層0103における PtOEP の重量パーセントは、4wt%～6wt%が最適である。発光層0103の厚みは400 Åとする。

【0056】発光層0103を積層後、正孔ブロック層0104として、 spiro-PBD においてスピロ原子Aを炭素とした下記化学式（12）で表される材料を、80 Åの厚みで成膜する。正孔ブロック層0104に用いる材料は、 Spiro-PBD の代わりに TAZ 、 PBD 、 spiro-TAZ を用いてもよいが、 T_g の高さを考えると spiro-PBD もしくは spiro-TAZ の方が好ましい。

【0057】

【化18】



【0058】さらに、電子輸送層0105として Alq_3 を250Åの厚みで成膜する。最後に、 MgAg 合金（モル比で $\text{Mg}:\text{Ag}=25:1$ ）を1000Å、その上に Ag を500Åの厚みで積層し、陰極0106とする。陰極0106としては他に、アルカリ金属元素もしくはアルカリ土類金属元素を含む導電膜、あるいはその導電膜にアルミニウム合金を積層したものをを用いてもよい。

【0059】〔実施例3〕本実施例では、本発明で開示した有機EL素子を含む発光装置について説明する。図は本発明の有機EL素子を用いたアクティブマトリクス型発光装置の断面図である。なお、能動素子としてここでは薄膜トランジスタ（以下、「TFT」と記す）を用いているが、MOSTランジスタを用いてもよい。

【0060】また、TFTとしてトップゲート型TFT（具体的にはプレーナ型TFT）を例示するが、ボトムゲート型TFT（典型的には逆スタガ型TFT）を用いることもできる。

【0061】図2において、0201は基板であり、ここでは可視光を透過する基板を用いる。具体的には、ガラス基板、石英基板、結晶化ガラス基板もしくはプラスチック基板（プラスチックフィルムを含む）を用いればよい。なお、基板0201には、基板の表面に設けた絶縁膜も含めるものとする。

【0062】基板0201の上には画素部0211および駆動回路0212が設けられている。まず、画素部0211について説明する。

【0063】画素部0211は画像表示を行う領域であり、複数の画素を有し、各画素には有機EL素子に流れる電流を制御するためのTFT（以下、「電流制御TFT」と記す）0202、画素電極（陽極）0203、有機EL膜0204および陰極0205が設けられている。なお、図では電流制御TFTしか図示していないが、電流制御TFTのゲートに加わる電圧を制御するためのTFT（以下、「スイッチングTFT」と記

す）を設けている。

【0064】電流制御TFT0202は、ここではpチャネル型TFTを用いることが好ましい。nチャネル型TFTとすることも可能であるが、図のように有機EL素子の陽極に電流制御TFTを接続する場合は、pチャネル型TFTの方が消費電力を押さえることができる。ただし、スイッチングTFTはnチャネル型TFTでもpチャネル型TFTでもよい。

【0065】また、電流制御TFT0202のドレインには画素電極0203が電気的に接続されている。本実施例では、画素電極0203の材料として仕事関数が4.5～5.5eVの導電性材料を用いるため、画素電極0203は有機EL素子の陽極として機能する。画素電極0203として代表的には、酸化インジウム、酸化錫、酸化亜鉛もしくはこれらの化合物（ITOなど）を用いればよい。画素電極0203の上には有機EL膜0204が設けられている。

【0066】さらに、有機EL膜0204の上には陰極0205が設けられている。陰極0205の材料としては、仕事関数が2.5～3.5eVの導電性材料を用いる。陰極0205として代表的には、アルカリ金属元素もしくはアルカリ土類金属元素を含む導電膜、あるいはその導電膜にアルミニウム合金を積層したものをを用いればよい。

【0067】また、画素電極0203、有機EL膜0204、および陰極0205からなる層は、保護膜0206で覆われている。保護膜0206は、有機EL素子を酸素および水から保護するために設けられている。保護膜0206の材料としては、窒化珪素、窒化酸化珪素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、もしくは炭素（具体的にはダイヤモンドライクカーボン）を用いる。

【0068】次に、駆動回路0212について説明する。駆動回路0212は画素部0211に伝送される信号（ゲート信号およびデータ信号）のタイミングを制御する領域であり、シフトレジスタ、バッファ、ラッチ、アナログスイッチ（トランスファゲート）もしくはレベルシフタが設

けられている。図では、これらの回路の基本単位としてnチャネル型TFT0207およびpチャネル型TFT0208からなるCMOS回路を示している。

【0069】なお、シフトレジスタ、バッファ、ラッチ、アナログスイッチ（トランスファゲート）もしくはレベルシフタの回路構成は、公知のものでよい。また図では、同一の基板上に画素部0211および駆動回路0212を設けているが、駆動回路0212を設けずにICやLSIを電気的に接続することもできる。

【0070】また、図2では電流制御TFT0202に画素電極（陽極）0203が電気的に接続されているが、陰極が電流制御TFTに接続された構造をとることもできる。その場合、画素電極を陰極0205と同様の材料で形成し、陰極を画素電極（陽極）0203と同様の材料で形成すればよい。その場合、電流制御TFTはnチャネル型TFTとすることが好ましい。

【0071】ここで、図2に示したアクティブマトリクス型発光装置の外観を図3に示す。なお、図3(a)には上面図を示し、図3(b)には図3(a)をP-P'で切断した時の断面図を示す。また、図2の符号を引用する。

【0072】図3(a)において、0301は画素部、0302はゲート信号側駆動回路、0303はデータ信号側駆動回路である。また、ゲート信号側駆動回路0302およびデータ信号側駆動回路0303に伝送される信号は、入力配線0304を介してTAB（Tape Automated Bonding）テープ0305から入力される。なお、図示しないが、TABテープ0305の代わりに、TABテープにIC（集積回路）を設けたTCP（Tape Carrier Package）を接続してもよい。

【0073】このとき、0306は図13に示した有機EL素子の上方に設けられるカバー材であり、樹脂からなるシール材0307により接着されている。カバー材0306は酸素および水を透過しない材質であれば、いかなるものを用いてもよい。本実施例では、カバー材0306は図14(b)に示すように、プラスチック材0306aと、前記プラスチック材0306aの表面および裏面に設けられた炭素膜（具体的にはダイヤモンドライクカーボン膜）0306b、0306cからなる。

【0074】さらに、図3(b)に示すように、シール材0307は樹脂からなる封止材0308で覆われ、有機EL素子を完全に密閉空間0309に封入するようになっている。密閉空間0309は不活性ガス（代表的には窒素ガスや希ガス）、樹脂または不活性液体（例えばパーフルオロアルカンに代表される液状のフッ素化炭素）を充填しておけばよい。さらに、吸湿剤や脱酸素剤を設けることも有効である。

【0075】また、本実施例に示した発光装置の表示面（画像を観測する面）に偏光板をもうけてもよい。この偏光板は、外部から入射した光の反射を押さえ、観測者が表示面に映り込むことを防ぐ効果がある。一般的には、円偏光板が用いられている。ただし、有機EL膜から

発した光が偏光板により反射されて内部に戻ることを防ぐため、屈折率を調節して内部反射の少ない構造とすることが好ましい。

【0076】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機EL素子には、本発明で開示した有機EL素子のいずれを用いてもよい。

【0077】〔実施例4〕本実施例では、本発明で開示した有機EL素子を含む発光装置の例として、パッシブマトリクス型発光装置を例示する。図4(a)にはその上面図を示し、図4(b)には図4(a)をP-P'で切断した時の断面図を示す。

【0078】図4(a)において、0401は基板であり、ここではプラスチック材を用いる。プラスチック材としては、ポリイミド、ポリアミド、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、PES（ポリエチレンサルファイド）、PC（ポリカーボネート）、PET（ポリエチレンテレフタレート）もしくはPEN（ポリエチレンナフタレート）を板状、もしくはフィルム上にしたものが使用できる。

【0079】0402は酸化導電膜からなる走査線（陽極）であり、本実施例では酸化亜鉛に酸化ガリウムを添加した酸化物導電膜を用いる。また、0403は金属膜からなるデータ線（陰極）であり、本実施例ではビスマス膜を用いる。また、0404はアクリル樹脂からなるバンクであり、データ線0403を分断するための隔壁として機能する。走査線0402とデータ線0403は両方とも、ストライプ状に複数形成されており、互いに直交するように設けられている。なお、図4(a)では図示していないが、走査線0402とデータ線0403の間には有機EL膜が挟まれており、交差点0405が画素となる。

【0080】そして、走査線0402およびデータ線0403はTABテープ0407を介して外部の駆動回路に接続される。なお、0408は走査線0402が集合してなる配線群を表しており、0409はデータ線0403に接続された接続配線0406の集合からなる配線群を表す。また、図示していないが、TABテープ0407の代わりに、TABテープにICを設けたTCPを接続してもよい。

【0081】また、図4(b)において、0410はシール材、0411はシール材0410によりプラスチック材0401に貼り合わされたカバー材である。シール材0410としては光硬化樹脂を用いていけばよく、脱ガスが少なく、吸湿性の低い材料が好ましい。カバー材としては基板0401と同一の材料が好ましく、ガラス（石英ガラスを含む）もしくはプラスチックを用いることができる。ここではプラスチック材を用いる。

【0082】次に、画素領域の構造の拡大図を図4(c)に示す。0413は有機EL膜である。なお、図4(c)に示すように、バンク0404は下層の幅が上層の幅よりも狭い形状になっており、データ線0403を物理的に分断できる。また、シール材0410で囲まれた画素部0414は、樹脂からなる封止材0415により外気から遮断され、有機EL膜の劣

化を防ぐ構造となっている。

【0083】以上のような構成からなる本発明の発光装置は、画素部0414が走査線0402、データ線0403、バンク0404および有機EL膜0413で形成されるため、非常に簡単なプロセスで作製することができる。

【0084】また、本実施例に示した発光装置の表示面（画像を観測する面）に偏光板をもうけてもよい。この偏光板は、外部から入射した光の反射を押さえ、観測者が表示面に映り込むことを防ぐ効果がある。一般的には、円偏光板が用いられている。ただし、有機EL膜から発した光が偏光板により反射されて内部に戻ることを防ぐため、屈折率を調節して内部反射の少ない構造とすることが好ましい。

【0085】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機EL素子には、本発明で開示した有機EL素子のいずれを用いてもよい。

【0086】[実施例5] 本実施例では、実施例4で示した発光装置にプリント配線板を設けてモジュール化した例を示す。

【0087】図5(a)に示すモジュールは、基板0500（ここでは、画素部0501、配線0502a、0502bを含む）にTABテープ0503が取り付けられ、前記TABテープ0503を介してプリント配線板0504が取り付けられている。

【0088】ここで、プリント配線板0504の機能ブロック図を図5(b)に示す。プリント配線板0504の内部には少なくともI/Oポート（入力もしくは出力部）0505、0508、データ信号側駆動回路0506およびゲート信号側回路0507として機能するICが設けられている。

【0089】このように、基板面に画素部が形成された基板にTABテープが取り付けられ、そのTABテープを介して駆動回路としての機能を有するプリント配線板が取り付けられた構成のモジュールを、本明細書では特に駆動回路外付け型モジュールと呼ぶことにする。

【0090】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機EL素子には、本発明で開示した有機EL素子のいずれを用いてもよい。

【0091】[実施例6] 本実施例では、実施例3もしくは実施例4に示した発光装置にプリント配線板を設けてモジュール化した例を示す。

【0092】図6(a)に示すモジュールは、基板0600（ここでは、画素部0601、データ信号側駆動回路0602、ゲート信号側駆動回路0603、配線0602a、0603aを含む）にTABテープ0604が取り付けられ、そのTABテープ0604を介してプリント配線板0605が取り付けられている。プリント配線板0605の機能ブロック図を図6(b)に示す。

【0093】図6(b)に示すように、プリント配線板0605の内部には少なくともI/Oポート0606、0609、コントロール部0607として機能するICが設けられている。なお、ここではメモリ部0608を設けてあるが、必ずしも必

要ではない。またコントロール部0607は、駆動回路の制御、映像データの補正などをコントロールするための機能を有した部位である。

【0094】このように、有機EL素子の形成された基板にコントローラーとしての機能を有するプリント配線板が取り付けられた構成のモジュールを、本明細書では特にコントローラー外付け型モジュールと呼ぶことにする。

【0095】なお、本実施例の発光装置に含まれる有機EL素子には、本発明で開示した有機EL素子のいずれを用いてもよい。

【0096】[実施例7] 本発明の発光装置は自発光型であるために、液晶表示装置に比べて明るい場所での視認性に優れ、しかも視野角が広いという特徴を持つ。したがって、様々な電気器具の表示部としての利用が有効である。

【0097】また、本発明の発光装置は、明るく低消費電力であるという利点を有するため、様々な電気器具の光源としても有用である。代表的には、液晶表示装置のバックライトもしくはフロントライトとして用いる光源、または照明機器の光源として用いることができる。

【0098】本実施例では、本発明の発光装置を表示部に用いた電気器具を例示する。その具体例を図7および図8に示す。なお、本実施例の電気器具に含まれる有機EL素子には、本発明で開示した有機化合物（化学式（5）～化学式（10）で表される有機化合物）のいずれを用いてもよい。また、本実施例の電気器具に含まれる発光装置の形態は、図2～図6のいずれの形態を用いてもよい。

【0099】図7(a)は有機ELディスプレイであり、筐体0701a、支持台0702a、表示部0703aを含む。本発明の発光装置は、表示部0703aに用いることができる。有機ELディスプレイは自発光型であるためバックライトが必要なく、液晶ディスプレイよりも薄い表示部を作製できる上にディスプレイ自体も軽量化できる。

【0100】図7(b)はビデオカメラであり、本体0701b、表示部0702b、音声入力部0703b、操作スイッチ0704b、バッテリー0705b、受像部0706bを含む。本発明の発光装置は表示部0702bに用いることができる。

【0101】図7(c)はデジタルカメラであり、本体0701c、表示部0702c、接眼部0703c、操作スイッチ0704cを含む。本発明の発光装置は表示部0702cに用いることができる。

【0102】図7(d)は記録媒体を備えた画像再生装置であり、本体0701d、記録媒体（CD、LD、またはDVDなど）0702d、操作スイッチ0703d、表示部(A)0704d、表示部(B)0705dを含む。表示部(A)0704dは主として画像情報を表示し、表示部(B)0705dは主として文字情報を表示するが、本発明の発光装置はこれら表示部(A)0704dや表示部(B)0705dに用いることができる。この記録媒体を備え

た画像再生装置には、CD再生装置、ゲーム機器なども含む。

【0103】図7(e)は携帯型(モバイル)コンピュータであり、本体0701e、表示部0702e、受像部0703e、操作スイッチ0704e、メモリスロット0705eを含む。本発明の発光装置は表示部0702eに用いることができる。この携帯型コンピュータはフラッシュメモリや不揮発性メモリを集積化した記録媒体に情報を記録したり、それを再生したりすることができる。

【0104】図7(f)はパーソナルコンピュータであり、本体0701f、筐体0702f、表示部0703f、キーボード0704fを含む。本発明の発光装置は表示部0703fに用いることができる。

【0105】なお、上記電気器具はインターネットなどの電子通信回線や電波などの無線通信を通じて配信される情報を表示することが多くなってきており、特に動画情報を表示する機会が増えている。有機EL材料の応答速度は非常に速く、そのような動画表示に好適である。

【0106】次に、図8(a)は携帯電話であり、本体0801a、音声出力部0802a、音声入力部0803a、表示部0804a、操作スイッチ0805a、アンテナ0806aを含む。本発明の発光装置は表示部0804aに用いることができる。

【0107】図8(b)は音響機器(具体的には車載用オーディオ)であり、本体0801b、表示部0802b、操作スイッチ0803b、0804bを含む。本発明の発光装置は、表示部0802bに用いることができる。また、本実施例では車載用オーディオを例として示すが、家庭用オーディオに用いても良い。

【0108】さらに光センサを内蔵させ、使用環境の明

るさを検知する手段を設けることで、使用環境の明るさに応じて発光輝度を変調させるような機能を持たせることは有効である。使用者は、使用環境の明るさに比べてコントラスト比で100~150の明るさを確保できれば、問題なく画像もしくは文字情報を認識できる。すなわち、使用環境が明るい場合は画像の輝度を上げて見やすくし、使用環境が暗い場合は画像の輝度を抑えて消費電力を抑えるといったことが可能となる。

【0109】なお、本実施例に示した図7~図8の電気器具の表示部を、全て液晶ディスプレイにする場合においても、その液晶ディスプレイのバックライトもしくはフロントライトとして本発明の発光装置を用いることができる。

【0110】

【発明の効果】本発明を実施することで、明るく消費電力が少ない上に、耐久性にも優れた発光装置を得ることができる。さらに、そのような発光装置を光源もしくは表示部に用いることで、明るく消費電力が少ない上に、耐用年数の長い電気器具を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】有機EL素子の構造を示す図。

【図2】発光装置の断面構造を示す図。

【図3】発光装置の上面構造および断面構造を示す図。

【図4】発光装置の上面構造および断面構造を示す図。

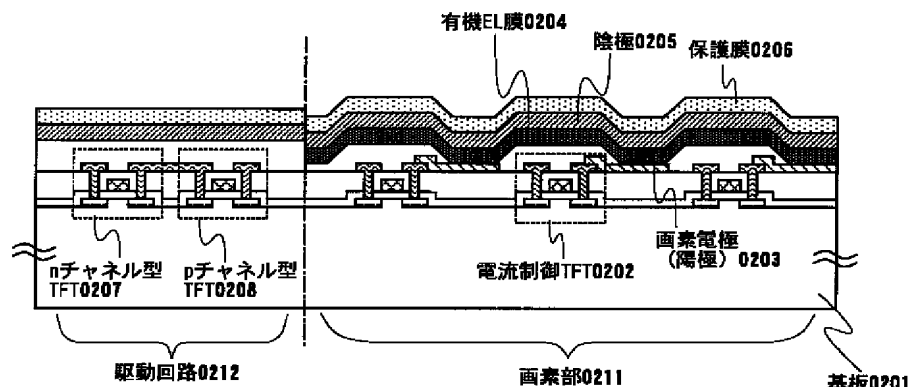
【図5】発光装置の構成を示す図。

【図6】発光装置の構成を示す図。

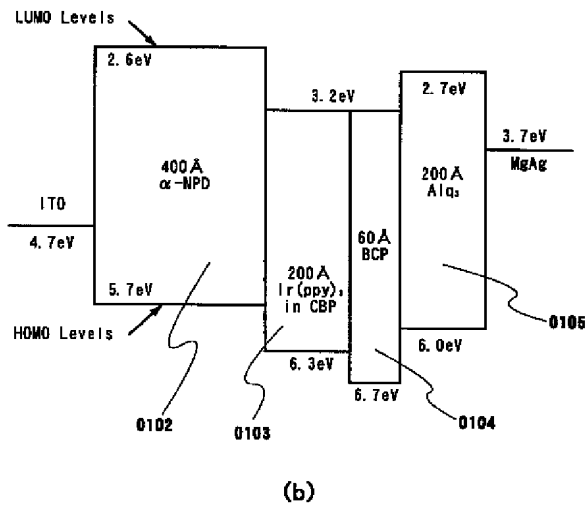
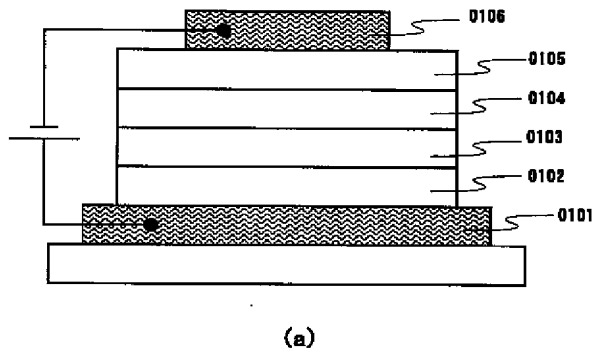
【図7】電気器具の具体例を示す図。

【図8】電気器具の具体例を示す図。

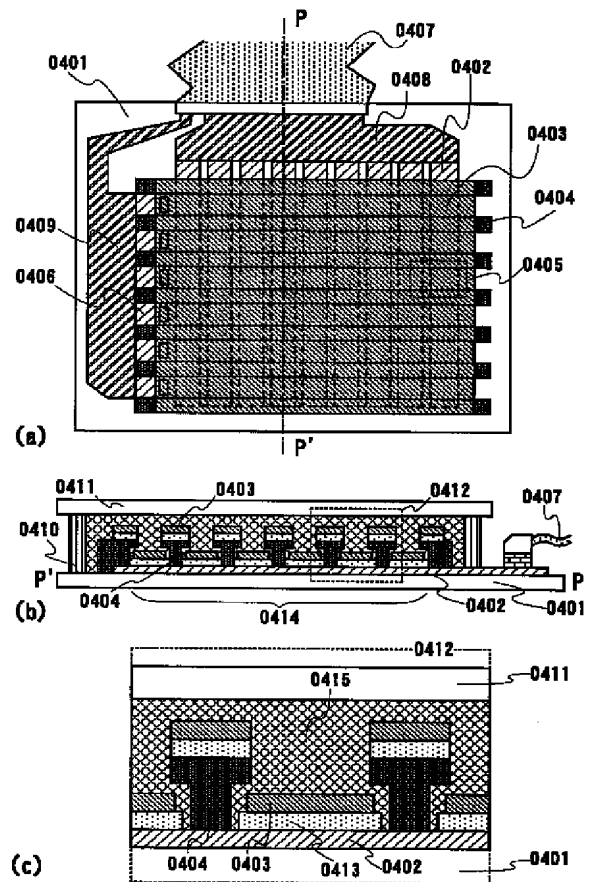
【図2】



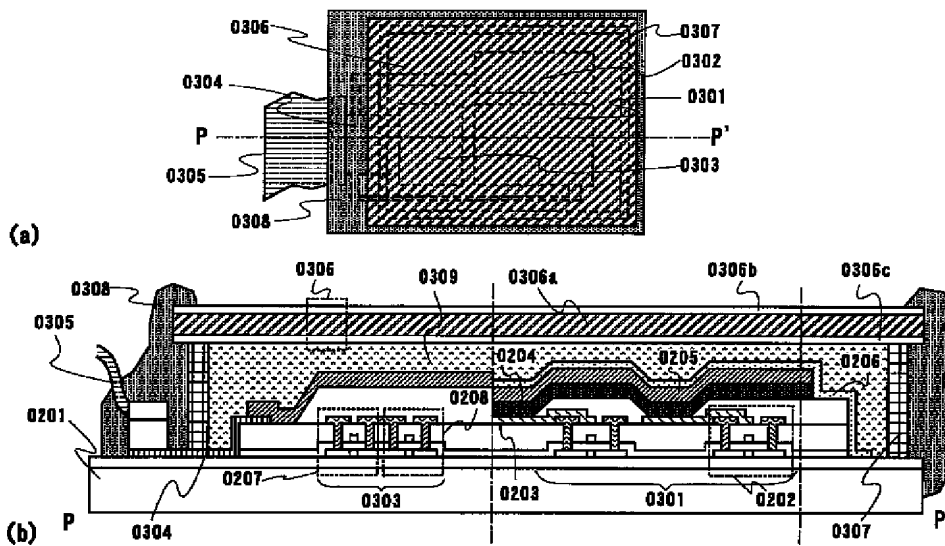
【図1】



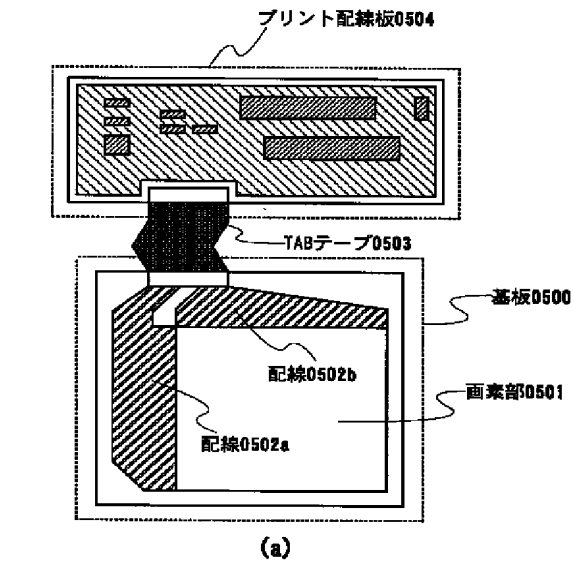
【図4】



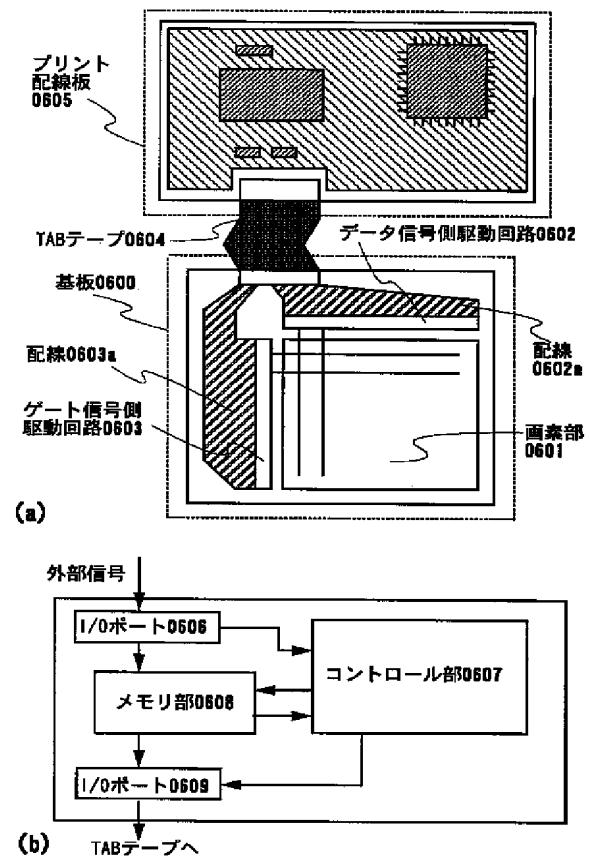
【図3】



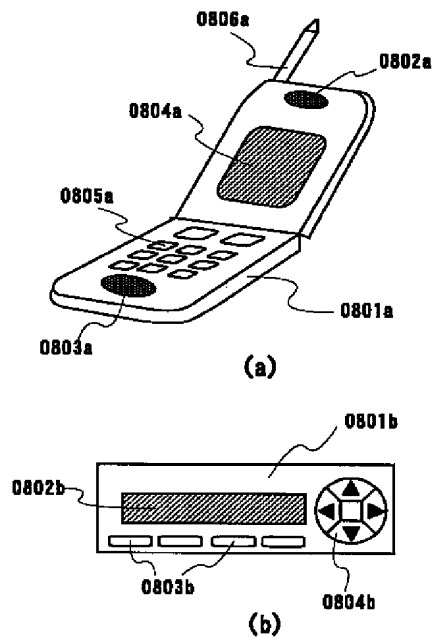
【図5】



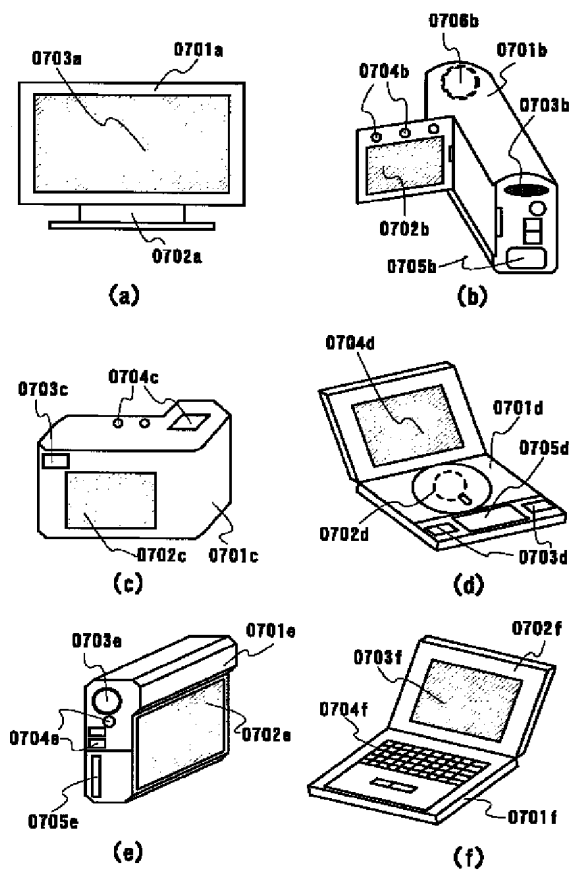
【図6】



【図8】



【図7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3K007 AB02 AB11 BB03 BB04 BB05
BB07 CA01 CA02 CA05 CA06
CB01 DA01 DB03 EA01 EB00